

CONSIDERAÇÕES E DISCUSSÃO DE AÇÕES FUTURAS SOBRE ÁGUA, AGRICULTURA E MEIO AMBIENTE

EMÍLIA HAMADA¹
GERSON ARAÚJO DE MEDEIROS²

¹EMBRAPA MEIO AMBIENTE – CNPMA
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Centro Nacional de Monitoramento e
Avaliação de Impacto Ambiental
Rod. SP 340, km 127,5, Bairro Tanquinho Velho, 13820-000, CP 69, Jaguariúna – SP, Brasil
emilia@cnpma.embrapa.br

²CREUPI – Centro Regional Universitário de Espírito Santo do Pinhal
Curso de Engenharia Ambiental
Av. Helio Vergueiro Leite s/n – CP 05 – 139900-000 – Espírito Santo do Pinhal, SP, Brasil
gerson_medeiros@creupi.br

Abstract This paper relates the main considerations and discussion of future actions about water, agriculture and environment which include the necessity of creating more efficient mechanisms in order to lead the results of researches to society decision makers; the necessity of validating the establishment of technological packages under subtropical conditions; and the adoptions of alternatives as proposals of future actions, for example, the creation of award mechanisms to farmers who adopt practices in order to conserve the natural resources.

Keywords: Water Resources, Climate, Groundwater, Geographical Information System, Irrigation.

1. Introdução

O objetivo deste trabalho é apresentar as principais considerações e discussão de ações futuras sobre água, agricultura e meio ambiente, enfocando em especial os textos apresentados na publicação (Hamada, 2003), que reúne 13 trabalhos apresentados no I WORKSHOP SOBRE ÁGUA, AGRICULTURA E MEIO AMBIENTE NO ESTADO DE SÃO PAULO: AVANÇOS E DESAFIOS. Esse evento foi organizado pelo Centro Nacional de Pesquisa de Monitoramento e Avaliação de Impacto Ambiental (CNPMA) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e pelo Centro de Ensino e Pesquisa em Agricultura (CEPAGRI) da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), em Jaguariúna, SP, nos dias 16 e 17 de setembro de 2003, quando se reuniram pesquisadores, professores e alunos do ensino médio e superior, profissionais dos setores público, privado e ONGs.

Por ser um tema bastante amplo, foram definidos quatro temas principais: “Clima, Água e Agricultura”, “Água subterrânea, Agricultura e Meio Ambiente”, “Sistemas de Informação em Recursos Hídricos” e “Irrigação, Reuso e Usos Múltiplos da Água”. As principais conclusões sobre o estado atual do conhecimento e desafios presentes e futuros para a gestão ambiental estão apresentadas a seguir.

2. Clima, Água e Agricultura

Desde a década de 1980, evidências científicas sobre a possibilidade de mudança do clima mundial vêm despertando um interesse crescente no público e na comunidade científica em geral (Marengo, 2001). Reconhecendo a problemática das mudanças climáticas globais, a Organização Meteorológica Mundial (OMM) e a UNEP (*United Nations Environment Programme*) criaram o IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*), em 1988, que é uma entidade formada por cientistas de

tudo o mundo, com objetivo de estudar e divulgar abertamente as informações técnicas e sócio-econômicas e os impactos relevantes aos riscos à humanidade visando criar mecanismos para a adaptação e mitigação dos efeitos das mudanças climáticas globais (Pinto et al., 2003).

De forma geral, com o aquecimento global, em um futuro próximo espera-se cenário de clima mais extremo, com secas, inundações e ondas de calor mais freqüentes; e em resposta a essas alterações, os ecossistemas de plantas poderão aumentar sua biodiversidade ou sofrer influências negativas, por exemplo, que a cultura cafeeira, que historicamente encontra condições ótimas de desenvolvimento na região Sudeste do País, deverá migrar para latitudes maiores (Pinto et al., 2003). As **Figuras 1 e 2** mostram, respectivamente, as áreas aptas para a cultura do café no Estado de São Paulo, conforme o Zoneamento agrícola de 1974 e a variação nas áreas de cultivo consideradas como potencialmente aptas ao café arábica nas condições climáticas, com temperaturas médias de 3°C acima da média de 1990 e precipitação acima de 15% do mesmo ano.



Figura 1 - Zoneamento atual da cultura do café. (Fonte: Pinto et al., 2003).

As conseqüências do aquecimento global e de eventos climáticos extremos de vários tipos para o cultivo devem ser preocupação importante, de forma a assegurar a continuidade do fornecimento de alimento (Marengo, 2001). Mas, segundo Camargo et al. (2003), a produção agrícola, tanto do ponto de vista quantitativo como qualitativo, depende também de outros três fatores, além do clima: do germoplasma vegetal, do solo e da tecnologia, ou seja do homem propriamente dito. As relações entre os elementos climáticos e a produção agrícola são bastante complexas, pois os fatores ambientais podem afetar o crescimento e o desenvolvimento das plantas sob diferentes formas nas diversas fases do ciclo da cultura; e para melhor entendimento dessas interações têm sido desenvolvidos modelos que procuram caracterizar os efeitos das variações climáticas sobre o desenvolvimento e a produção vegetal (Camargo et al., 2003). Desta forma,

Camargo et al. (2003) apresentam, por exemplo, um modelo matemático agrometeorológico de monitoramento e de estimativa de quebra de produtividade como subsídios à previsão de safra de café e sugerem a técnica de arborização como uma prática muito eficiente na proteção dos cafezais contra as adversidades meteorológicas, como vento, deficiências hídricas e temperaturas absolutas extremas e, sobretudo, contra a degradação dos solos, o que torna o cultivo do café sustentável do ponto de vista econômico e ecológico.

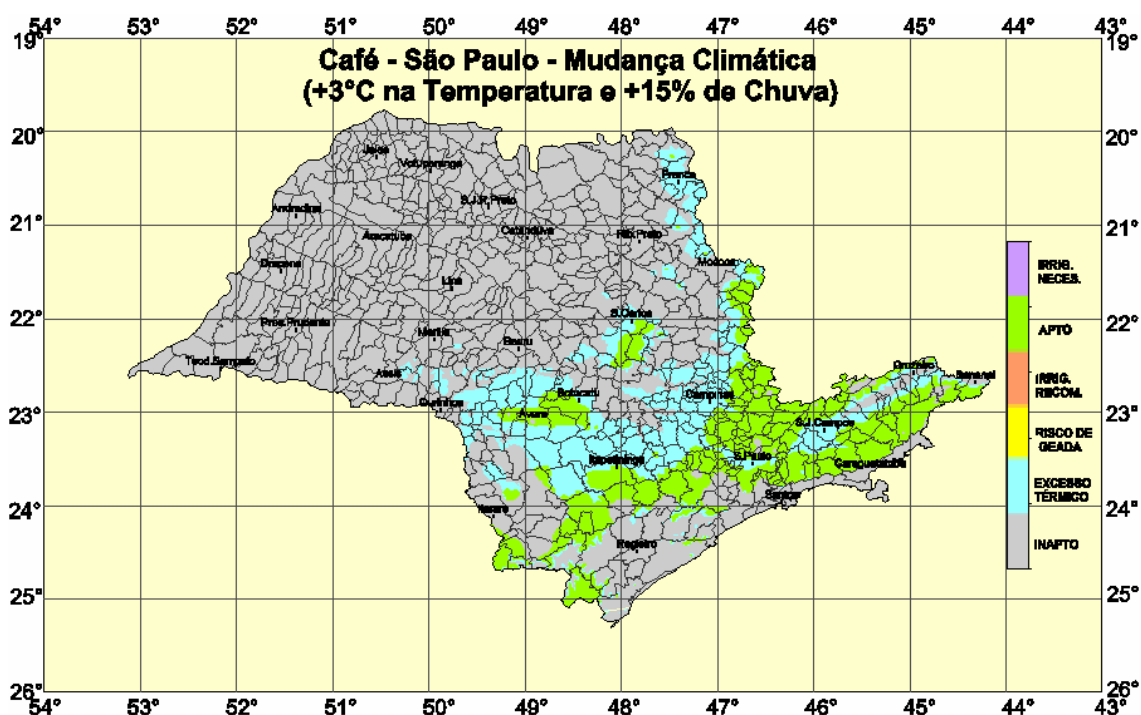


Figura 2 - Mapa do potencial de cultivo do café arábica nas condições climáticas atuais e simuladas para alterações de precipitação com aumento de 15% e de temperaturas com 3°C acima da média de 1990. (Fonte: Pinto et al., 2003).

3. Água subterrânea, Agricultura e Meio Ambiente

Nas últimas décadas, a demanda por água tem cada vez mais aumentado. Segundo a ANA (2002), a exemplo de outros países, a maior demanda por água no País é exercida pela agricultura (63%), seguindo as demandas para uso doméstico (urbano e rural, 18%), a indústria (14%) e da dessedentação de animais (5%). Ressalta-se, dentre os recursos hídricos, a importância estratégica da água subterrânea, geralmente com qualidade físico-química e biológica muito boa para todos os usos, motivo pelo qual a exploração de água subterrâneas vem registrando um expressivo incremento (ANA, 2002).

Neste tema, tomamos como foco o “Aqüífero Guarani”, considerado um dos mais importantes e estratégicos reservatórios de água subterrânea do planeta, abrangendo o Brasil, a Argentina, o Uruguai e o Paraguai, evidenciando uma característica de grande relevância no contexto do Mercosul. As áreas de recarga direta ou de afloramento do Aqüífero Guarani destacam-se pela sua alta vulnerabilidade natural, que as coloca em situação de grande fragilidade frente às diversas fontes potencialmente poluidoras, por exemplo, o avanço das atividades agrícolas, sem considerar as boas práticas agrícolas, tornando-as expostas ao risco de degradação por contaminação de agrotóxicos ou por processos erosivos (Gomes

et al., 2003). Desta forma, Gomes et al. (2003) propõem um ordenamento agroambiental de uso da terra nas áreas de recarga do Aquífero Guarani, fundamentada no princípio das técnicas de “Boas Práticas Agrícolas” (BPA), fundamental no processo de gestão sustentável dessas áreas.

Filizola et al. (2003) apresentam trabalho sobre processos erosivos lineares (sulcos, ravinas e voçorocas) nas áreas de recarga do Aquífero Guarani próximas às nascentes do Rio Araguaia, nos Estados de Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. Na grande maioria dos casos, nas áreas agrícolas, as voçorocas começam com a formação de sulcos que evoluem para ravinas, na parte final das vertentes, devido a uma concentração de fluxos superficiais das águas de escoamento, geralmente provocada por desmatamento, trilhas de gado, construção de cercas, estradas ou caminhos mal posicionados ou de qualquer outra obra que interfira diretamente no regime hidrológico (Filizola et al., 2003). Os autores observaram que com o incremento da agropecuária a partir dos anos 70, os processos erosivos lineares, em especial aqueles de grande porte (vide exemplo na **Figura 3**), têm aumentado de maneira considerável, porém até agora não foi possível encontrar-se soluções duradouras e de baixo custo para a estabilização das voçorocas existentes, já que os processos de gênese e evolução das mesmas são ainda pouco conhecidos.



Figura 3 – Deslizamentos na parede da voçoroca Granada, localizada nas nascentes do Rio Araguaia, GO. (Fonte: Filizola et al., 2003).

4. Sistemas de Informação em Recursos Hídricos

O geoprocessamento é a disciplina do conhecimento que manipula e trata os dados espaciais georreferenciados, utilizando técnicas matemáticas e computacionais. Ele é conhecido por ser uma tecnologia interdisciplinar e apresentar como característica principal a integração das informações de diversas fontes, relacionadas ao espaço físico. Por esta razão, é cada vez mais ampla a sua aplicação nos diversos campos do conhecimento e, em especial, nos estudos ambientais.

Neste tema, enfocamos a utilização das tecnologias de Sistema de Informação Geográfica e de Sensoriamento Remoto para integrar informações necessárias à gestão de recursos hídricos e ao diagnóstico agroambiental de bacias hidrográficas. Tomemos como exemplo duas bacias hidrográficas do Estado de São Paulo, a primeira, na região de Jundiaí, por meio do projeto “Diagnóstico agroambiental para gestão e monitoramento da bacia do rio Jundiaí-Mirim” (Moraes et al., 2003) e, a segunda, o projeto “PiraCena”, desenvolvido na Bacia do rio Piracicaba (Ballester et al., 2003).

Moraes et al. (2003) apresenta um projeto multidisciplinar envolvendo três linhas de atuação: Geoprocessamento; Qualidade das Águas Superficiais e Caracterização Sócio-Econômica. Os autores citam que o aumento da atividade humana, tanto do setor agrícola como decorrente da própria expansão urbana na microbacia do rio Jundiaí-Mirim, tem provocado importantes alterações com conseqüentes impactos ao meio ambiente. A importância dessa bacia para o município de Jundiaí está associada ao abastecimento de água da cidade e a partir da década de 60, com o crescimento da população e o início do processo de industrialização acentuada no município de Jundiaí, as vazões do rio Jundiaí-Mirim tornaram-se insuficientes, obrigando a Administração Municipal a buscar outros mananciais, sobretudo nos períodos de estiagem. Moraes et al. (2003) constataram, principalmente a partir do diagnóstico preliminar do meio físico, que a microbacia vem sendo alvo de sérias intervenções antrópicas, que estão causando a degradação de seus recursos naturais, com graves conseqüências principalmente para a qualidade de seus recursos hídricos e que todo esse contexto reflete a necessidade de se dotar o poder público local de informações, ferramentas e metodologias envolvendo as questões do meio físico da bacia; e de informações sócio-econômicas e jurídicas que subsidiarão o estabelecimento de Políticas Públicas voltadas à preservação e recuperação do manancial, permitindo também, uma integração com as lideranças comunitárias, no processo de definição das estratégias de ação.

Segundo Ballester et al. (2003), a bacia do rio Piracicaba é um exemplo típico de como as mudanças na paisagem resultantes do desenvolvimento das regiões tropicais e sub-tropicais vêm resultando em um aumento significativo da demanda de água e a um decréscimo na sua qualidade. A fim de entender as complexas relações ambientais existentes entre as mesmas, foi desenvolvido um arcabouço metodológico combinando o uso de técnicas de geoprocessamento para a análise espacial e parâmetros de qualidade das águas em escala regional (Ballester et al., 2003). Segundo os autores, as técnicas de geoprocessamento são de extrema utilidade no estudo de bacias de drenagem, podendo ser usadas para caracterizar e descrever os processos físicos e antrópicos agindo na mesma (vide exemplo na **Figura 4**). Nesse trabalho, os autores apresentam os resultados de uma série de estudos realizados nesta bacia, através do uso de uma análise integrada das características da paisagem, para avaliar o efeito das mesmas na qualidade de suas águas.

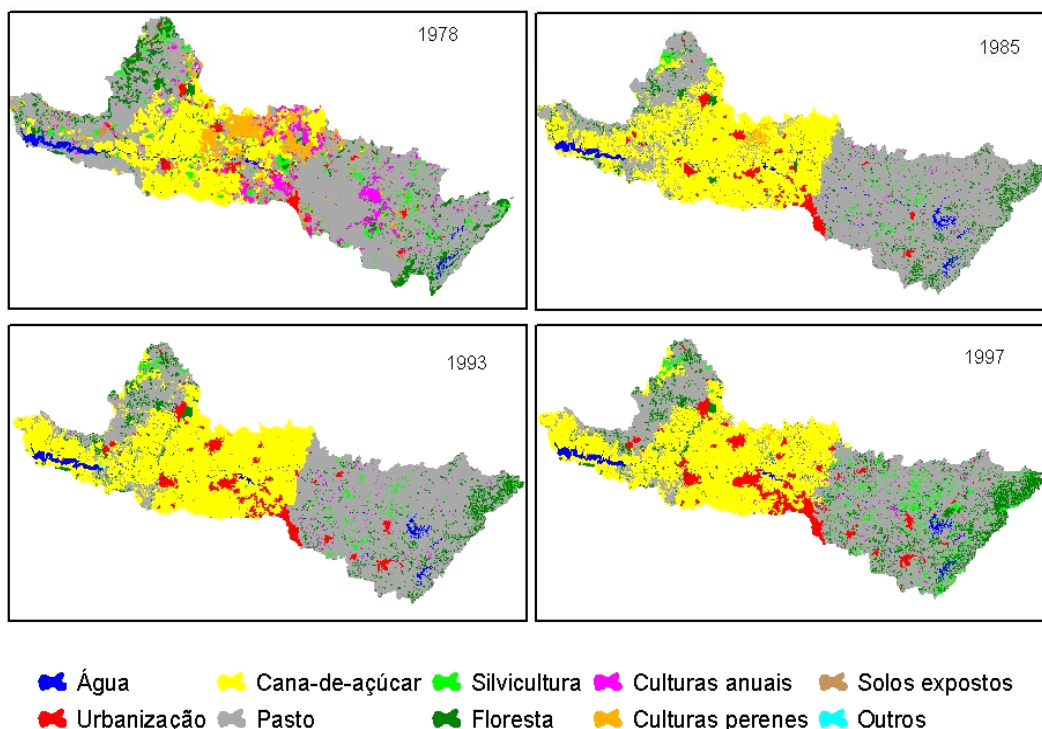


Figura 4 - Mapas de uso e cobertura do solo da bacia do rio Piracicaba. (Fonte: Ballaster et al., 2003).

5. Irrigação, Reuso e Usos Múltiplos da Água

Neste tema, foram discutidos o uso, conservação e tratamento da água na agricultura, apresentando-se as tecnologias disponíveis para um manejo racional dos recursos hídricos, dando-se um enfoque para as potencialidades e resultados práticos da agricultura de precisão.

A agricultura irrigada assume um papel de destaque nas questões relacionadas ao meio ambiente por ser, historicamente, o maior demandante de água na sociedade. Portanto, técnicas conservativas de água na agricultura assumem considerável importância seja para economizar o recurso hídrico, seja para otimizar a eficiência do seu uso.

Por esse motivo, programas de desenvolvimento de tecnologias melhoradas e práticas de manejo de irrigação têm sido apontados como indispensáveis para a produção sustentável de alimentos de países em desenvolvimento (Jensen et al., 1990).

Nesse aspecto, Arruda et al. (1994) apresentam uma descrição dos sistemas de irrigação e sua eficiência, visando fornecer subsídios para a administração dos recursos hídricos no Estado de São Paulo.

Além das águas subterrâneas, os recursos hídricos superficiais também são afetados pelas práticas e manejos agrícolas (Medeiros et al., 2003). Esses autores apresentam um relato sobre as pesquisas realizadas na Faculdade de Engenharia Agrícola, FEAGRI/UNICAMP, relacionadas aos efeitos do preparo do solo sobre as perdas de sedimentos e nutrientes, além da eficiência do uso da água sob condições irrigadas. Os resultados apresentados por esses autores são uma compilação de uma pesquisa desenvolvida por um período de aproximadamente dez anos em talhões coletores de solo e água (**Figura 5**), os quais revelam os sistemas

escarificador e plantio direto, como aqueles que propiciam menor arraste de solo e nutrientes, além de promoverem uma maior eficiência do uso da água, sob condições irrigadas, quando comparados a sistemas de preparo do solo chamados de convencionais.



Figura 5 - Vista aérea das parcelas experimentais, destacando-se os seguintes sistemas: T1, convencional com grade aradora; T2, alternado de equipamentos; T3, reduzido com escarificador; T4, plantio direto; T5, convencional com arado de disco; T6, talhão roçado; T7, talhão mobilizado “morro abaixo”; T8, enxada rotativa. (Fonte: Medeiros et al., 2003).

Uma abordagem tecnológica para apoiar o manejo de solo, água e insumos visando à conservação da qualidade e quantidade de recursos hídricos, refere-se à chamada agricultura de precisão (Luchiari Junior et al., 2003). Segundo esses autores, a racionalização na aplicação de água e insumos químicos, por meio dessa tecnologia, tem contribuído para a redução dos impactos provocados pela agricultura ao meio ambiente, como a contaminação dos mananciais de água superficiais e subterrâneos. Uma revisão sobre os avanços da agricultura de precisão e algumas aplicações para o manejo de água e nutrientes na agricultura é apresentado por Luchiari Junior et al. (2003)

Outra questão pouco discutida até recentemente e relacionada à conservação dos recursos hídricos, refere-se ao tratamento e reuso da água no meio rural (Paterniani & Roston, 2003). Esses pesquisadores tecem algumas considerações a respeito da qualidade da água e algumas tecnologias simples e de baixo custo para o seu tratamento, tais como: filtração lenta, desinfecção por radiação solar e leitos cultivados, a fim de melhorar a qualidade da água e possibilitar seu reuso em diversas atividades agrícolas, como a irrigação.

6. Considerações Finais

Podemos destacar as seguintes considerações gerais sobre o estado atual do conhecimento e o que se apresentam como desafios para ações futuras sobre água, agricultura e meio ambiente:

- a) Embora sejam observados avanços nos processos de diagnósticos e ordenamento territoriais e ambientais, ainda existem obstáculos para a utilização dos resultados desses trabalhos nas instâncias decisórias;
- b) As tecnologias e modelos importados ainda necessitam de uma melhor avaliação nas condições tropicais e subtropicais;
- c) Os impactos proporcionados por atividades agrícolas sobre os recursos naturais também necessitam de estudos, pois seus mecanismos ainda não são bem conhecidos;
- d) Mecanismos alternativos de incentivo aos agricultores pela adoção de práticas que promovam a conservação ou melhoria na qualidade ambiental dos recursos naturais devem ser estudados.

Além disso, algumas questões mais específicas devem ser consideradas nos estudos futuros, tais como: a problemática das mudanças climáticas globais que podem impactar negativamente o desenvolvimento econômico e social do País, influenciando na disponibilidade dos recursos hídricos, no zoneamento das culturas agrícolas, na biodiversidade da fauna e flora, entre outros; as relações entre os fatores climáticos e ambientais e a produção agrícola; os cuidados com os recursos hídricos subterrâneos; a importância da utilização de ferramentas de Sistemas de Informação Geográfica e técnicas de Sensoriamento Remoto nos estudos integrados de análise do meio ambiente; e o emprego de novas tecnologias, práticas e manejos agrícolas visando o uso racional e eficiente da água pela agricultura.

Referências

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **A evolução da gestão dos recursos hídricos no Brasil**. Brasília, ANA, 2002. 64 p.
- ARRUDA, F. B.; FUJIWARA, M.; CALHEIROS, R. O.; PIRES, R.C. M.; SAKAI, E. A agricultura irrigada ante a administração dos recursos hídricos no Estado de São Paulo. **Laranja**, Cordeirópolis, v.15, n. 2, p. 343-364, 1994.
- BALLESTER, M. V. R.; KRUSCHE, A. V.; TOLEDO, A.; OMETTO, J. P. B.; VICTORIA, R. L. Uso do geoprocessamento na análise de bacias de drenagem. In: HAMADA, E. (Ed.). **Água, agricultura e meio ambiente no Estado de São Paulo: avanços e desafios**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2003. cap. III, 1 CD-ROM
- CAMARGO, M. B. P.; SANTOS, M. A.; BARDIN, L. Condições agrometeorológicas do cafeeiro: produtividade, qualidade e meio ambiente. In: HAMADA, E. (Ed.). **Água, agricultura e meio ambiente no Estado de São Paulo: avanços e desafios**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2003. cap. I, 1 CD-ROM.
- FILIZOLA, H. F.; BOULET, R.; GOMES, M. A. F. Processos erosivos lineares em áreas de recarga do Aquífero Guarani. In: HAMADA, E. (Ed.). **Água, agricultura e meio ambiente no Estado de São Paulo: avanços e desafios**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2003. cap. II, 1 CD-ROM.
- GOMES, M. A. F.; HAMADA, E.; FILIZOLA, H. F.; QUEIROZ, S. C. N.; FERRACINI, V. L.; PESSOA M. C. P. Y.; CHAIM, A. Ordenamento agroambiental das áreas de recarga do Aquífero Guarani – estudos de caso em território brasileiro. In: HAMADA, E. (Ed.). **Água, agricultura e meio ambiente no Estado de São Paulo: avanços e desafios**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2003. cap. II, 1 CD-ROM.
- HAMADA, E. (Ed.). **Água, agricultura e meio ambiente no Estado de São Paulo: avanços e desafios**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2003. 1 CD-ROM.

JENSEN, M. E.; RANGELEY, W. R.; DIELEMAN, P. J. Irrigation trends in world agriculture. In: STEWART, B. A. & NIELSEN, D. R. (ed). **Irrigation of agricultural crops**. Madison, WI: American Society of Agronomy, Crop Science of America, Soil Science Society of America, 1990. 1195 p. p. 31-67 (Agronomy, n. 30)

LUCHIARI JUNIOR, A.; SILVA, A. S.; HERMES, L. C.; CARVALHO, J. R. P.; SHANAHAN, J.; SCHEPERS, J. Agricultura de precisão e meio ambiente. In: HAMADA, E. (Ed.). **Água, agricultura e meio ambiente no Estado de São Paulo: avanços e desafios**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2003. cap. IV, 1 CD-ROM.

MARENGO, J. A. Mudanças climáticas globais e regionais: avaliação do clima atual do Brasil e projeções de cenários climáticos do futuro. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 16, n. 1, p. 1-18, 2001.

MEDEIROS, G. A.; LUCARELLI, J. R. F.; DANIEL, L. A. Manejo de água e solo: avanços e desafios para a conservação dos recursos naturais na agricultura. In: HAMADA, E. (Ed.). **Água, agricultura e meio ambiente no Estado de São Paulo: avanços e desafios**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2003. cap. IV, 1 CD-ROM.

MORAES, J. F. L.; CARVALHO, Y. M. C.; PECHE FILHO, A. Diagnóstico agroambiental para a gestão e monitoramento da Bacia do Rio Jundiá-Mirim. In: HAMADA, E. (Ed.). **Água, agricultura e meio ambiente no Estado de São Paulo: avanços e desafios**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2003. cap. III, 1 CD-ROM.

PATERNIANI, J. E. S.; ROSTON, D. M. Tecnologias para tratamento e reuso da água no meio rural. In: HAMADA, E. (Ed.). **Água, agricultura e meio ambiente no Estado de São Paulo: avanços e desafios**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2003. cap. IV, 1 CD-ROM.

PINTO, H. S.; ASSAD, E. D.; ZULLO JUNIOR, J.; ÁVILA, A. M. H. Variabilidade climática. In: HAMADA, E. (Ed.). **Água, agricultura e meio ambiente no Estado de São Paulo: avanços e desafios**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2003. cap. I, 1 CD-ROM.